

INPI

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1c843 U.S. PTO

09/595893



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 26 MAI 2000

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08

This Page Blank (uspto)

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **29 JUIN 1999**
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **9908308**
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **75 INPI PARIS**
DATE DE DÉPÔT **29 JUIN 1999**

1 **NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE**
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

BREVATOME
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 PARIS

2 **DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle**

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande
de brevet européen

☐ demande initiale

☐ brevet d'invention

Établissement du rapport de recherche

☐ diffère ☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui ☐ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

PROCEDE DE TRANSMISSION A MODULATION/DEMODULATION MULTI-MOK,
EMETTEUR ET RECEPTEUR CORRESPONDANTS.

n° du pouvoir permanent

7068 du
12.06.98

références du correspondant

B 13257.3/RS
DD 1897

téléphone

01 53 83 94 00

☐ certificat d'utilité n°

date

3 **DEMANDEUR (S)** n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

Forme juridique

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Etablissement public de Caractère Scientifique,
Technique et Industriel

Nationalité (s)

Française

Adresse (s) complète (s)

31,33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème

Pays

France

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 **INVENTEUR (S)** Les inventeurs sont les demandeurs

☐ oui ☒ non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 **RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES**

☐ requise pour la 1ère fois ☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 **DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE**

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 **DIVISIONS**

antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

8 **SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE**

(nom et qualité du signataire)

R. SIGNORE
422-5/S002

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 Paris Cédex 08

B 13257-3/RS

Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9908308

TITRE DE L'INVENTION :

**PROCEDE DE TRANSMISSION A MODULATION/DEMODULATION MULTI-MOK,
EMETTEUR ET RECEPTEUR CORRESPONDANTS.**

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

R. SIGNORE

c/o BREVATOME

**03 rue du Docteur Lancereaux
75008 PARIS**

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

Jean-René LEQUEPEYS

**4, rue de la République
38600 FONTAINE**

Dominique NOGUET

**4, rue Claude Debussy
38100 GRENOBLE**

Laurent OUVRY

**33, avenue Jeanne d'Arc
38100 GRENOBLE**

Didier VARREAU

**177, chemin de Marseillère
38450 ST GEORGES DE COMMIERS**

FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire
PARIS LE 29 JUIN 1999

**R. SIGNORE
422-5/S002**



DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDECATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
17				30/11/1995	FA-15/12/1995

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

**PROCEDE DE TRANSMISSION A MODULATION/DEMODULATION
MULTI-MOK, EMETTEUR ET RECEPTEUR CORRESPONDANTS**

DESCRIPTION

5

Domaine technique

La présente invention a pour objet un procédé de transmission à modulation/démodulation multi-MOK, ainsi qu'un émetteur et un récepteur correspondants.

10

L'invention trouve une application générale dans les communications numériques et plus particulièrement dans les réseaux locaux sans fil (WLAN), dans les boucles locales d'abonnés sans fil (WLL), en téléphonie mobile, en domotique et en télécollecte, en communication dans les transports, en télévision câblée et en service multimédia sur les réseaux câblés, etc...

15

Etat de la technique antérieure

L'invention relève de la technique d'étalement de spectre. On sait que cette technique consiste en la modulation d'un symbole numérique à transmettre par une séquence pseudo-aléatoire connue de l'utilisateur. Chaque séquence est composée de N éléments appelés "chips", dont la durée est le N^{ième} de la durée d'un symbole. Il en résulte un signal dont le spectre s'étale sur une plage N fois plus large que celle du signal original. A la réception, la démodulation consiste à corrélérer le signal reçu avec la séquence utilisée à l'émission pour retrouver le symbole de départ.

20

25

30

Les avantages de cette technique sont nombreux :

- 5 • discrétion, puisque la puissance du signal émis étant constante et répartie dans une bande N fois plus large, sa densité spectrale de puissance est réduite d'un facteur N ;
- 10 • immunité vis-à-vis des émissions à bande étroite volontaires ou parasites, l'opération de corrélation réalisée au niveau du récepteur conduisant à l'étalement spectral de ces émissions ;
- 15 • difficulté d'interception (pour les rapports signal à bruit usuels), puisque la démodulation requiert la connaissance de la séquence utilisée à l'émission ;
- 20 • résistance aux trajets multiples qui, sous certaines conditions, provoquent des évanouissements sélectifs en fréquence et donc n'affectent que partiellement le signal émis ;
- 25 • possibilité d'un accès multiple à répartition par les codes (AMRC) ou CDMA en anglais pour "Code Division Multiple Access" : plusieurs liaisons à étalement de spectre par séquence directe peuvent partager la même bande de fréquence en utilisant des codes d'étalement orthogonaux.

30 Mais cette technique présente un inconvénient qui est sa faible efficacité spectrale. On désigne par là le rapport entre le débit en données binaires et la largeur de la bande occupée. Si chaque symbole de données contient m bits, le débit en données binaires

est égal à m fois le débit en symboles, soit mDs. Quant à la bande occupée, elle est égale au double de la fréquence en "chips", c'est-à-dire à 2N fois le débit en symboles, soit 2NDs. On a donc, finalement, une

5 efficacité spectrale égale au rapport $\frac{mDs}{2NDs}$, soit $\frac{m}{2N}$.

On pourrait penser augmenter l'efficacité spectrale en diminuant N, mais cela irait à l'encontre des qualités propres à l'étalement et, notamment, nuirait à l'immunité des transmissions. On pourrait

10 aussi penser augmenter le débit en symboles, mais le phénomène d'interférences entre symboles irait en s'aggravant.

Une autre solution consisterait à augmenter m, nombre de données binaires par symbole, ce qui

15 conduirait à utiliser des modulations complexes, dites d'ordre supérieur. La présente invention emprunte en effet cette voie. On peut donc rappeler en quoi consistent ces modulations, et principalement deux d'entre elles à savoir la modulation dite PSK ou "Phase

20 Shift Keying", qui est une modulation (ou un codage) de phase, et la modulation dite MOK pour "M-ary Orthogonal Keying" ou modulation orthogonale d'ordre M.

On peut trouver une description de ces modulations dans deux ouvrages généraux :

- 25 - Andrew J. VITERBI : "CDMA-Principles of Spread Spectrum Communication" Addison-Wesley Wireless Communications Series, 1975,
- John G. PROAKIS : "Digital Communications" McGraw-Hill International Editions, 3^{ème}
- 30 édition, 1995.

S'agissant tout d'abord de la modulation de phase, on rappelle qu'il s'agit le plus souvent d'une modulation binaire, notée BPSK, ou quaternaire, notée QPSK. Dans le premier cas, on peut coder des symboles à un élément binaire ($m=1$) et dans le second des symboles à deux éléments binaires ($m=2$).

Ces modulations sont le plus souvent mises en oeuvre sous leur forme différentielle (DBPSK), DQPSK), qui assure une bonne robustesse dans les canaux difficiles, dès lors qu'aucune boucle de récupération de phase n'est nécessaire. Cette forme différentielle est aussi très bien adaptée au traitement de la diversité des trajets de propagation.

A la réception, un démodulateur différentiel effectue la multiplication entre le signal à démoduler et sa version retardée d'une période symbole. Dans le cas de la modulation quaternaire, on utilise deux voies de signal, une voie qui traite la composante du signal en phase avec une porteuse et une autre voie qui traite la composante en quadrature avec la porteuse.

S'agissant maintenant de la modulation MOK, il s'agit d'une technique dans laquelle on associe à chaque symbole à émettre un signal pris parmi un ensemble de signaux orthogonaux. Ces signaux peuvent être des codes d'étalement d'une même famille de codes orthogonaux. Dans ce cas, la modulation réalise aussi l'étalement. Mais ces signaux peuvent aussi ne pas être parfaitement orthogonaux car la contrainte d'orthogonalité est moins forte qu'il n'y paraît. Mais

naturellement, dans ce cas les performances sont moins bonnes.

Si un symbole est constitué de m bits, il existe 2^m configurations possibles pour les différents symboles. Le nombre M de codes disponibles doit donc être au moins égal à 2^m . Or, si la longueur de ces codes est N , on sait qu'on peut trouver N codes orthogonaux. On a donc $M=N$ et le nombre de bits par symbole est limité à $\log_2 N$.

10

La technique MOK connaît une variante dite MBOK ("M-ary Bi-Orthogonal Keying") consistant à ajouter au jeu de signaux orthogonaux utilisés dans une modulation MOK leurs opposés pour constituer un jeu de $2M$ signaux, qui ne sont évidemment plus tous orthogonaux entre eux. La démodulation utilise encore M corrélateurs, adaptés à chacun des M codes orthogonaux, mais nécessite en outre des moyens de récupération du signe.

En technique MOK, si, pour augmenter l'efficacité spectrale, on augmentait d'une unité le nombre m d'éléments binaires dans chaque symbole, le nombre M de codes nécessaires serait doublé, ce qui multiplierait par 2 le nombre de voies du récepteur. La complexité s'accroît donc plus vite que l'efficacité spectrale. Cette technique présente donc certaines limites.

Les modulations MOK et MBOK sont utilisées dans certains systèmes de communications numériques, en liaison avec une structure de réception cohérente, laquelle nécessite la connaissance de la phase de la

porteuse. L'envoi d'un préambule, avant l'émission des données utiles, est un procédé classique permettant l'estimation de cette phase. Cependant, dans les canaux soumis à des évanouissements et/ou à des trajets multiples, la phase de la porteuse subit des variations qui peuvent être rapides et que le système de réception doit détecter et compenser. Cela s'obtient généralement par l'émission périodique de préambules qui occupent alors le canal et entraînent une diminution du débit de données utiles. Selon ce schéma, les durées du préambule et du paquet de données utiles doivent être inférieures au temps de cohérence du canal (temps pendant lequel le canal est considéré comme étant stationnaire). De plus, la complexité de la structure de réception est accrue.

Pour ces raisons, l'homme de l'art préfère avoir recours à des schémas de démodulation non cohérente, ou différentiellement cohérente, qui ne nécessitent pas la connaissance de l'information de phase. Ces techniques éliminent le recours aux préambules longs, aux estimateurs de phase et aux dérotateurs de phase, au prix d'une légère perte de sensibilité. Par ailleurs, la démodulation non cohérente simplifie très fortement le traitement de la diversité des trajets de propagation puisque chaque trajet possède, entre autres, sa propre phase (et donc nécessiterait son propre estimateur de phase dans un schéma cohérent).

La présente invention vise encore à augmenter l'efficacité spectrale des liaisons en évitant les

inconvenients mentionnés plus haut et en tirant profit des avantages de la démodulation non cohérente.

Exposé de l'invention

5 A cette fin, l'invention préconise de multiplier les opérations de modulation/démodulation MOK pour traiter une pluralité de blocs de données constitués à partir des données à transmettre. Naturellement, cela accroît le nombre de codes, mais, comme on le
10 comprendra mieux par la suite, cela accroît aussi et très sensiblement, le débit d'informations. Dans l'art antérieur, en doublant par exemple le nombre de codes on augmentait seulement le nombre de bits transmis d'une unité, alors que, dans l'invention, en doublant
15 le nombre de codes, on double le débit.

De façon précise, l'invention a donc pour objet un procédé de transmission de données, caractérisé en ce que :

a) à l'émission :

- 20 ▪ on divise les données à transmettre en N blocs de données,
- on traite en parallèle ces N blocs dans N voies de modulation orthogonale d'ordre M (MOK), chaque modulation utilisant une famille
25 de codes d'étalement, chaque voie délivrant un signal,
- on émet en série l'ensemble de ces signaux,

b) à la réception :

- 30 ▪ on traite en parallèle le signal reçu dans N voies de démodulation orthogonale d'ordre M (MOK) ce qui donne N blocs de données,

- on regroupe en série ces N blocs de données pour restituer les données transmises.

La modulation et la démodulation MOK peuvent
 5 consister en une modulation et une démodulation de type
 classique ou de type bi-orthogonal d'ordre M (MBOK).
 Elles peuvent aussi consister en une
 modulation/démodulation orthogonale d'ordre M combinées
 à une modulation/démodulation de phase (PSK). Cette
 10 dernière peut être éventuellement de type différentiel
 (DPSK).

Le nombre de codes d'étalement peut être le
 même dans chaque famille. Il peut être également
 différent d'une famille à l'autre. Ces nombres peuvent
 15 être avantageusement une puissance de 2.

La présente invention a également pour objet
 un émetteur pour la mise en oeuvre de la phase émission
 de ce procédé et un récepteur pour la mise en oeuvre de
 la phase réception.

20 Pour souligner le caractère multiple du
 procédé, et le lien avec la technique MOK, le Demandeur
 désigne sa technique par multi-MOK (M-MOK en abrégé).

Brève description des dessins

- 25 - la figure 1 est un schéma synoptique d'un
 émetteur conforme à l'invention ;
- la figure 2 est un schéma synoptique d'un
 récepteur conforme à l'invention ;
- la figure 3 est un schéma d'un émetteur à deux
 30 voies utilisant la technique mixte MOK-DPSK ;

- la figure 4 est un schéma d'un récepteur correspondant ;
- la figure 5 est un schéma général d'un émetteur à N voies de type MOK-PSK ;
- 5 - la figure 6 est un schéma général d'un récepteur correspondant.

Description de modes particuliers de mise en oeuvre

Sur la figure 1 est représenté schématiquement un émetteur conforme à l'invention. Tel que représenté, il comprend une entrée générale E recevant les données à transmettre (il s'agit en général de symboles comprenant un ou plusieurs bits). On suppose qu'un paquet de ces données comprend m bits. Ces données sont divisées en N blocs B_1, B_2, \dots, B_N par un circuit 2 du type convertisseur série/parallèle. Ces N blocs comprennent respectivement m_1, m_2, \dots, m_N bits, ces nombres pouvant être égaux, mais pas nécessairement. L'émetteur comprend encore N moyens de modulation MOK respectivement $4_1, 4_2, \dots, 4_N$. Chacun de ces moyens comprend une famille de codes d'étalement en nombre suffisant pour traiter le bloc qu'il reçoit. Comme il a été indiqué dans l'exposé de l'état de la technique, pour traiter un bloc de m_i bits il faut 2^{m_i} codes pour une modulation MOK classique. Puisqu'il y a N familles de codes, le nombre total P de codes utilisé dans l'émetteur est :

$$P = \sum_{i=1}^N 2^{m_i}$$

Si tous les blocs sont constitués d'un même nombre de bits, soit m_u , et si aucun code n'est utilisé

plusieurs fois, l'émetteur utilise $P = N.2^{m_u}$ codes et il est capable de traiter $N \times m_u$ bits.

Inversement, étant donné le nombre total P de codes et le nombre N de familles, le nombre m_u de bits par bloc est :

$$m_u = \log_2(P/N)$$

et le nombre total de bits transmis est :

$$m = \sum_u m_u, \text{ c'est-à-dire } N \log_2(P/N) \text{ si tous les blocs ont}$$

le même nombre de bits.

On voit que pour multiplier le débit par N , il suffit de multiplier le nombre de codes par N . Si $N=2$, on double le débit en doublant le nombre de codes, alors que dans l'art antérieur en doublant le nombre de codes on ne faisait qu'ajouter un bit. Le gain en débit est donc considérable.

Pour en revenir à l'émetteur de la figure 1, les moyens $4_1, 4_2, \dots, 4_N$ délivrent des signaux S_1, S_2, \dots, S_N (qui sont les codes d'étalement choisis en fonction des blocs à transmettre). Ces signaux sont appliqués à un circuit 5 du type convertisseur parallèle-série, dont la sortie est reliée à des moyens d'émission 6.

La figure 2 représente un récepteur correspondant. Tel que représenté, ce récepteur comprend des moyens de réception 10, qui délivrent un signal R , lequel est traité dans une batterie de P filtres $11_1, 11_2, \dots, 11_P$ pouvant être considérés comme répartis en N familles de filtres, ces filtres étant adaptés aux codes d'étalement des différentes familles utilisés à

l'émission. Chacun de ces filtres reçoit le signal R et délivre un signal filtré R_1, R_2, \dots, R_p .

Ces filtres sont suivis d'autant de moyens $12_1, 12_2, \dots, 12_p$ d'estimation de l'énergie (ou de l'amplitude) des signaux filtrés et d'un circuit 13 apte à déterminer, dans chacune des N familles de signaux, quel signal possède la plus grande énergie (ou amplitude). Le circuit 13 possède N sorties s_1, s_2, \dots, s_N délivrant chacune le rang du signal de plus grande énergie. Ces sorties sont reliées à N tables de codes $14_1, 14_2, \dots, 14_N$ qui permettent de retrouver les N codes correspondant à ces N rangs et de délivrer les N blocs de données correspondants B_1, B_2, \dots, B_N . Le récepteur se complète par un circuit 15 de type convertisseur parallèle-série, qui restitue, sur une sortie générale S, les données transmises (sur m bits).

La présente invention peut être exploitée dans le cadre d'une technique PSK et MOK particulière dite DP-MOK. Cette technique a fait l'objet de la demande de brevet français n°98 11564 déposée le 16 septembre 1998 par le présent Demandeur, mais qui ne fait pas partie de l'état de la technique à prendre en compte pour l'appréciation de l'activité inventive de la présente invention. Dans cette technique DP-MOK, une partie des bits de chaque symbole est transmise selon la technique MOK et une autre partie selon la technique DPSK avec étalement de spectre par la séquence choisie pour la technique MOK. En réception, on restitue d'abord la séquence utilisée à l'émission par filtrages parallèles adaptés et l'on restitue ainsi une partie des bits du

symbole. On démodule différenciellement le signal filtre approprié pour retrouver l'autre partie des bits.

5 La figure 3 montre un mode de réalisation d'un émetteur utilisant cette technique DP-MOK dans le cas particulier où l'on utilise deux voies ($N=2$). Les deux voies comprennent les mêmes moyens repérés par des références indicées 1 pour la première et 2 pour la
10 seconde. On ne décrira que la première, la seconde s'en déduisant immédiatement.

Les données à transmettre (m bits) sont converties en parallèle par un convertisseur série-parallèle 18 qui délivre deux blocs B_1 et B_2 de même nombre de bits
15 m_1 et m_2 . La première voie comprend :

- des moyens 22₁ pour diviser les m bits de B_1 en un premier sous-groupe (23_{MOK})₁ de (m_{MOK})₁ bits et en un second sous-groupe (23_{DPSK})₁ de (m_{DPSK})₁ bits avec $m_1 = (m_{MOK})_1 + (m_{DPSK})_1$;
- 20 - un circuit 28₁ de conversion recevant les (m_{MOK})₁ bits et les convertissant en une adresse dirigée vers une table de codes 30₁, laquelle comprend 2 à la puissance (m_{MOK})₁ codes d'étalement orthogonaux (ou sensiblement
25 orthogonaux) et finalement un générateur 32₁ du code (C_1)₁ d'étalement choisi ;
- un circuit d'encodage différentiel 24₁, essentiellement constitué d'un multiplieur logique et d'un circuit à retard ;
- 30 - un modulateur PSK référencé 26₁ ;

- un circuit d'étalement de spectre 34_1 travaillant avec le code $(C_i)_1$ délivré par le générateur 32_1 et l'appliquant au signal modulé délivré par le modulateur 26_1 .

5 L'émetteur comprend encore un étage radiofréquence
35 relié aux deux voies et suivi d'une antenne d'émission.

10 Le récepteur correspondant est représenté sur la figure 4. Tel que représenté, il comprend deux voies identiques dont seule la première sera décrite. Cette voie comprend :

- 15 - P filtres $(40_1)_1, (40_2)_1, \dots, (40_P)_1$ adaptés aux P codes d'étalement utilisables à l'émission, ces filtres recevant le signal en bande de base ;
- P échantilleurs $(42_1)_1, (42_2)_1, \dots, (42_P)_1$ commandés par un signal de synchronisation ;
- 20 - des moyens 44_1 pour déterminer le signal filtré qui a la plus grande énergie (ou amplitude) (maximum du carré du module), ces moyens possédant une première sortie $(44_1)_1$ véhiculant le numéro de la voie correspondant au signal maximum, et une seconde sortie $(44_2)_1$ délivrant
- 25 ce signal proprement dit ;
- un circuit 46_1 relié à la première sortie et qui, à partir du numéro de la voie correspondant au signal de plus forte amplitude délivre les $(m_{MOK})_1$ données ;
- 30 - un circuit de multiplication retardée relié à la seconde sortie $(44_2)_1$ et constitué d'un

multiplieur 52₁ d'un circuit 54₁ inversant la phase et d'un circuit à retard 56₁ ;

- un démodulateur PSK 58₁ délivrant les données $(m_{\text{DPSK}})_1$;

5 - les données $(m_{\text{MOK}})_1$ et $(m_{\text{DPSK}})_1$ étant alors regroupées pour reconstituer le symbole transmis S_1 .

Le récepteur se complète par un convertisseur parallèle-série 60 qui regroupe les signaux S_1 et S_2 et
10 redonne les m bits transmis.

L'opération de sélection du signal maximum prend un certain temps. Comme cette opération sert à diriger une des entrées vers la sortie (commutation de voie), il est indispensable de retarder les voies d'une durée
15 correspondant, car la commutation doit se faire exactement sur l'information servant à la sélection de voies. De telles opérations de retard sont habituelles dans de telles techniques et ne sont pas représentées.

20 Les figures 3 et 4 sont analytiques, pour permettre une meilleure compréhension de ce mode particulier de réalisation. Mais, dans la pratique, les circuits peuvent être plus synthétiques comme l'illustrent les figures 5 et 6. Ces figures se
25 rapportent à une technique PSK.

La figure 5 montre un émetteur avec une entrée E, un convertisseur série/parallèle 70, un circuit 8 de découpage en N blocs MOK et N blocs PSK, une table 90
30 de P codes recevant sur N entrées les N blocs MOK, un circuit 100 recevant les N codes sélectionnés dans la

table 90 et étalant les N blocs PSK, un circuit 110 combinant les N signaux étalés S_1, \dots, S_N , et enfin des moyens d'émission 112.

5 La figure 6 montre un récepteur avec des moyens de réception 118, une batterie de P filtres adaptés $120_1, \dots, 120_P$, une batterie de P circuits d'estimation de l'énergie $130_1, \dots, 130_P$ des signaux filtrés, un circuit 140 recevant les P estimations et délivrant sur
 10 N sorties les N numéros des voies véhiculant les N signaux de plus grande énergie, N circuits $150_1, \dots, 150_N$ aptes à choisir la voie correspondant au numéro qui lui est adressé, N démodulateurs PSK $152_1, \dots, 152_N$, un circuit 160 de mise en forme recevant sur N
 15 premières entrées N blocs MOK et sur N secondes entrées N blocs PSK, ce circuit délivrant, sur une sortie générale S, les données transmises.

 Pour finir, on peut calculer le débit de données
 20 obtenu selon l'invention pour quelques cas particuliers.

 On suppose, dans une première série d'exemples, que tous les codes sont distincts. Soit P le nombre total de codes disponibles. Pour que les N codes
 25 utilisés simultanément soient distincts, on sélectionne, à l'émission, un code parmi un groupe de P/N codes.

Le nombre de bits MOK pour chaque voie est :

$$(m_{\text{MOK}})_u = \log_2 P/N$$

30 Soit $(m_{\text{PSK}})_u$ le nombre de bits PSK sur chaque voie. Le nombre de bits émis par symbole est :

$$m = m_{\text{MOK}} + m_{\text{PSK}} = N \cdot \{\log_2 P / N + (m_{\text{PSK}})_u\}$$

Le tableau 1 donne quelques exemples numériques des modulations MOK (N=1) (art antérieur) et M-MOK (N>1)
 5 (invention avec $m_{\text{PSK}}=2$ (QPSK)).

	P=8	P=16
N=1 (MOK)	$m_{\text{MOK}}=3$ m=5 bits/symb	$m_{\text{MOK}}=4$ m=6 bits/symb
N=2 (M-MOK)	$m_{\text{MOK}}=2$ m=8 bits/symb	$m_{\text{MOK}}=3$ m=10 bits/symb
N=4 (M-MOK)	$m_{\text{MOK}}=1$ m=12 bits/symb	$m_{\text{MOK}}=2$ m=16 bits/symb
N=8 (M-MOK)	---	$m_{\text{MOK}}=1$ m=24 bits/symb

Dans les exemples précédents, on a supposé que tous les codes étaient distincts. Mais on peut
 10 s'autoriser à réutiliser un même code. Un code spécial doit alors être associé à chaque code pour que les codes transmis sur le canal soient toujours distincts. On doit donc disposer de P codes plus un code spécial. Pour simplifier, on prendre N=2.

15 Les voies utilisées sont alors choisies parmi P et non plus parmi P/2. Par conséquent, le nombre de bits MOK transmis est :

$$m_{\text{MOK}} = 2 \cdot \log_2 P \text{ au lieu de } 2 \cdot (\log_2 P) - 1$$

Lorsque le détecteur détectera une information sur
 20 la voie du code spécial, il saura que l'information MOK est identique sur les deux voies utilisées.

Exemples numériques dans le cas QPSK :

$$\begin{array}{lll} P=8, & N=2 : & m=2(3+2)=10 \text{ bits/symb} \\ P=16, & N=2 : & m=2(4+2)=12 \text{ bits/symb.} \end{array}$$

REVENDICATIONS

Procédé de transmission de données, caractérisé en ce que :

- 5 a) à l'émission :
- on divise les données à transmettre en N blocs de données (B_1, B_2, \dots, B_N),
 - on traite en parallèle ces N blocs dans N voies de modulation orthogonale d'ordre M (MOK), chaque modulation utilisant une famille
10 de codes d'étalement, chaque voie délivrant un signal (S_1, S_2, \dots, S_N),
 - on émet en série l'ensemble de ces signaux (S),
- 15 b) à la réception :
- on traite en parallèle le signal reçu (R) dans N voies de démodulation orthogonale d'ordre M (MOK) ce qui donne N blocs de données (B_1, B_2, \dots, B_N),
 - on regroupe en série ces N blocs de données
20 pour restituer les données transmises.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la modulation et la démodulation consistent en une
25 modulation et une démodulation bi-orthogonale d'ordre M (MBOK).

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la modulation et la démodulation consistent en une
30 modulation et une démodulation orthogonale d'ordre M

(MOK) combinées à une modulation et une démodulation de phase (PSK).

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel
5 la modulation et la démodulation de phase consistent en une modulation et une démodulation différentielle de phase (DPSK).

5. Procédé selon l'une quelconque des
10 revendications 1 à 4, dans lequel le nombre de codes d'étalement est le même dans chaque famille.

6. Procédé selon l'une quelconque des
15 revendications 1 à 5, dans lequel les codes d'étalement utilisées sont tous différents d'une famille à l'autre et les nombres de codes sont égaux à des puissances de 2.

7. Procédé selon l'une quelconque des
20 revendications 1 à 5, dans lequel certains codes d'étalement sont utilisés dans plusieurs familles.

8. Emetteur pour la mise en oeuvre de la phase
émission du procédé selon la revendication 1,
25 caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens pour diviser les données à transmettre en N blocs de données (B_1, B_2, \dots, B_N),
- des moyens pour traiter ces N blocs en
30 parallèle dans N voies de modulation orthogonale d'ordre M (MOK), chaque modulation

utilisant une famille de codes d'étalement, chaque voie délivrant un signal (S_1, S_2, \dots, S_N),

- 5 ▪ des moyens pour émettre en série ces N signaux.

9. Emetteur selon la revendication 8, dans lequel la modulation est une modulation bi-orthogonale d'ordre M (MBOK).

10

10. Emetteur selon la revendication 8, dans lequel la modulation est une modulation orthogonale d'ordre M (MOK) combinée à une modulation de phase (PSK).

15

11. Emetteur selon la revendication 10, dans lequel la modulation de phase est une modulation différentielle de phase (DPSK).

20 12. Récepteur pour la mise en oeuvre de la phase réception du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 25 ▪ des moyens pour traiter en parallèle le signal reçu (R) dans N voies de démodulation orthogonale d'ordre M (MOK) ce qui donne N blocs de données (B_1, B_2, \dots, B_N),
- des moyens pour regrouper ces N blocs de données en série et restituer les données transmises.

13. Récepteur selon la revendication 12, dans lequel la démodulation est une démodulation bi-orthogonale d'ordre M (MBOK).

5 14. Récepteur selon la revendication 12, dans lequel la démodulation est une démodulation orthogonale d'ordre M (MOK) combinée à une démodulation de phase (PSK).

10 15. Récepteur selon la revendication 14, dans lequel la démodulation de phase est une démodulation différentielle de phase (DPSK).

REVENDEICATIONS

1. Procédé de transmission de données, caractérisé en ce que :

5 a) à l'émission :

- on divise les données à transmettre en N blocs de données (B_1, B_2, \dots, B_N),
- on traite en parallèle ces N blocs dans N voies de modulation orthogonale d'ordre M (MOK), chaque modulation utilisant une famille
10 de codes d'étalement, chaque voie délivrant un signal (S_1, S_2, \dots, S_N),
- on émet en série l'ensemble de ces signaux (S),

15 b) à la réception :

- on traite en parallèle le signal reçu (R) dans N voies de démodulation orthogonale d'ordre M (MOK) ce qui donne N blocs de données (B_1, B_2, \dots, B_N),
- on regroupe en série ces N blocs de données
20 pour restituer les données transmises.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la modulation et la démodulation consistent en une
25 modulation et une démodulation bi-orthogonale d'ordre M (MBOK).

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la modulation et la démodulation consistent en une
30 modulation et une démodulation orthogonale d'ordre M

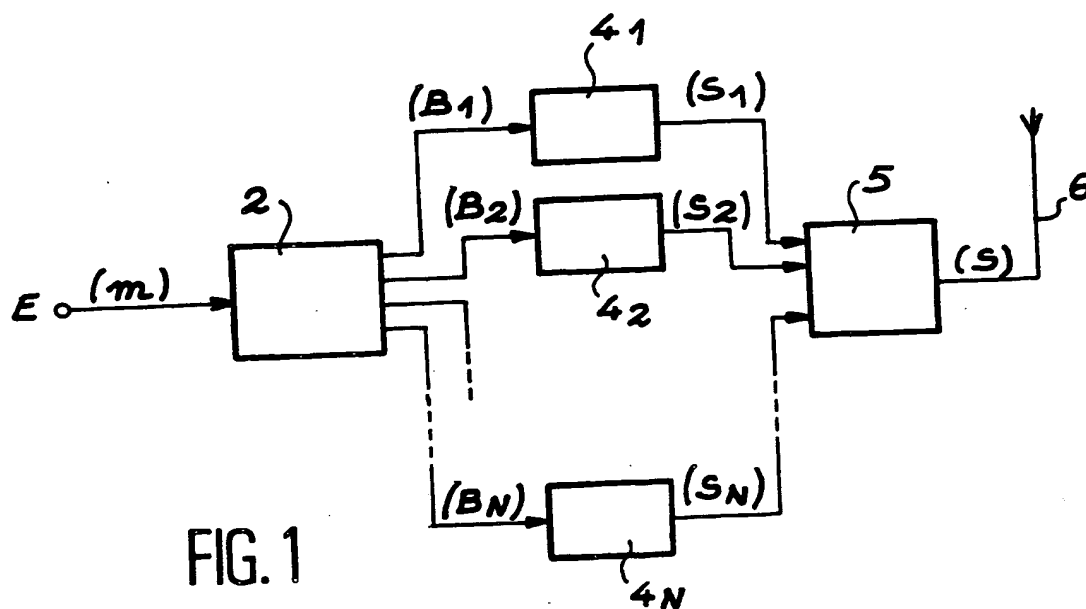


FIG. 1

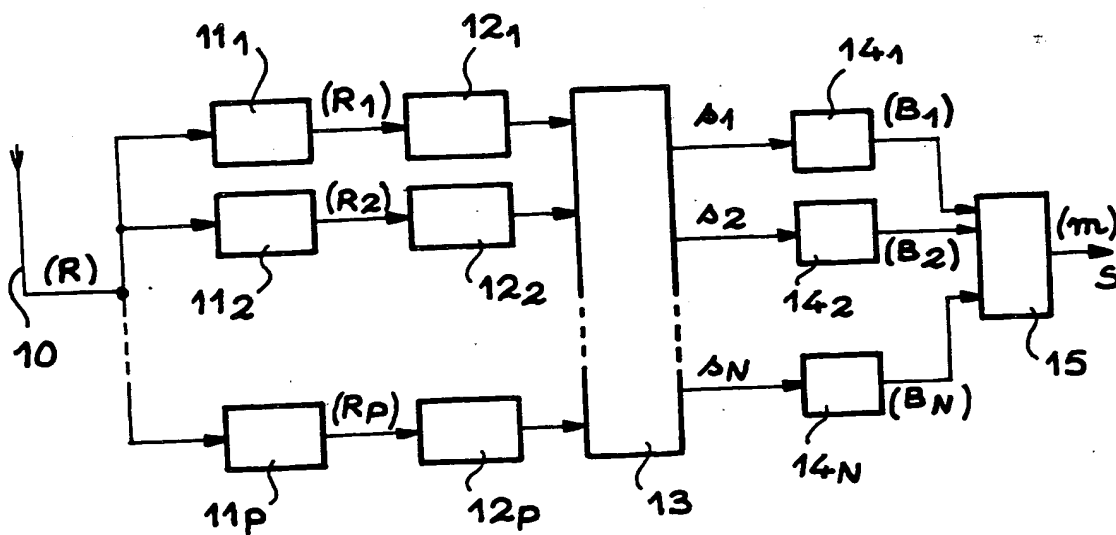


FIG. 2

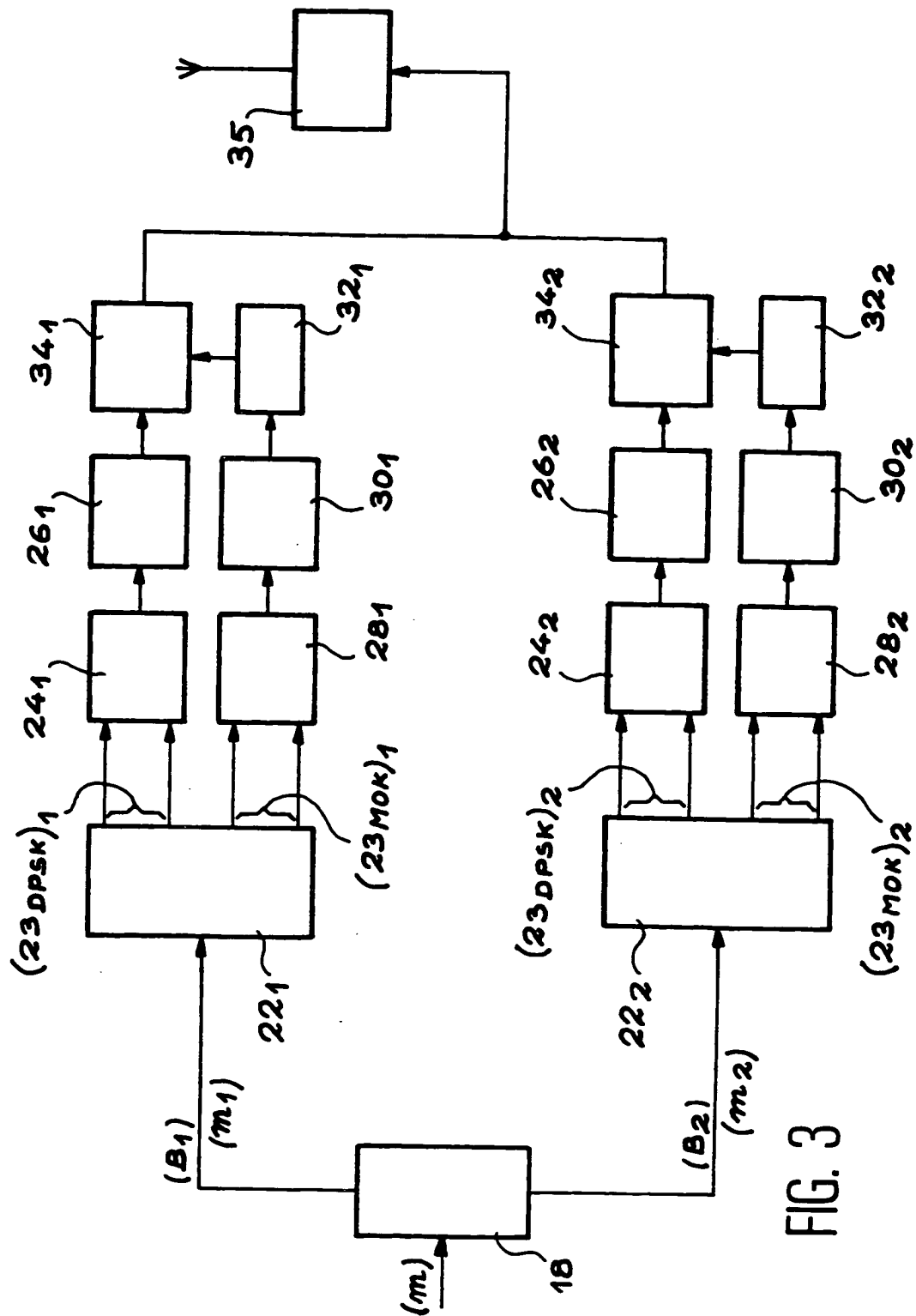


FIG. 3

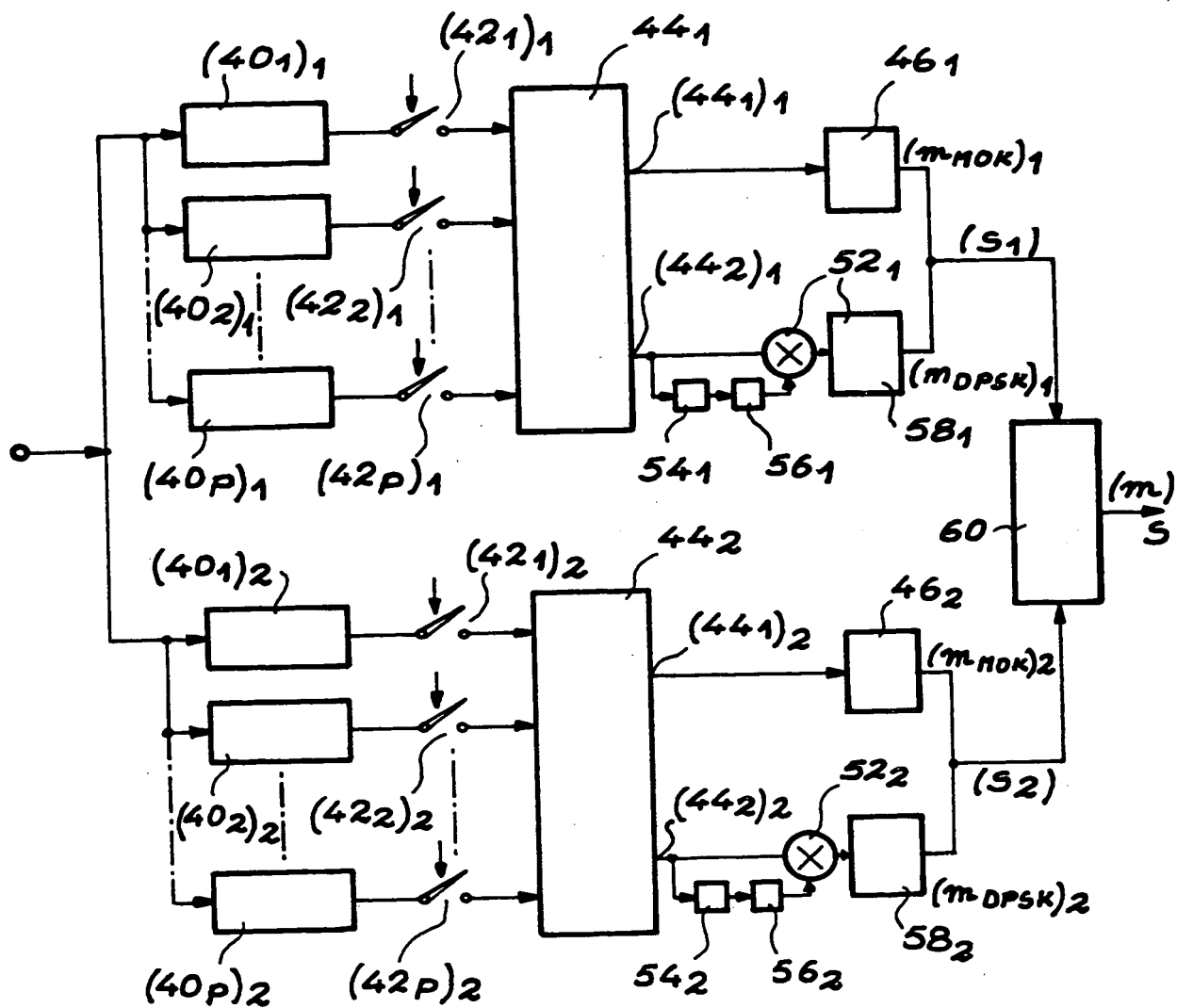


FIG. 4

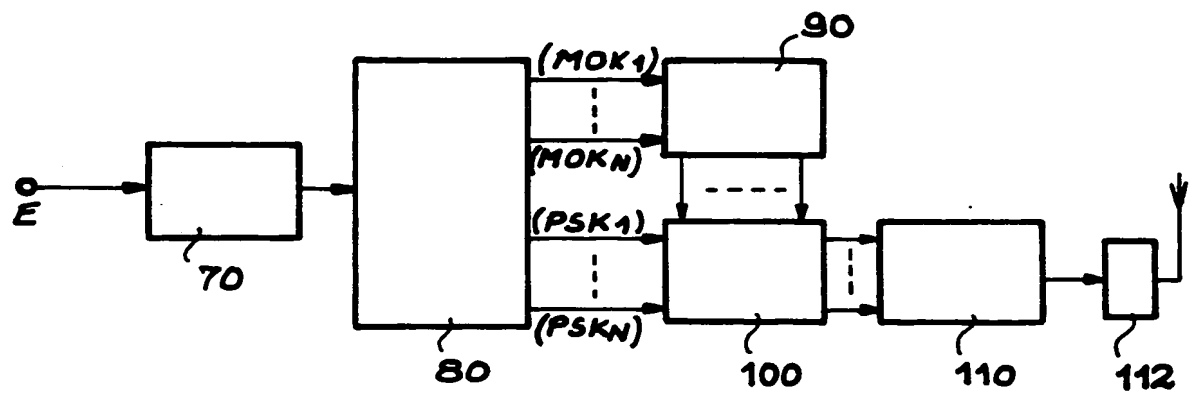


FIG. 5

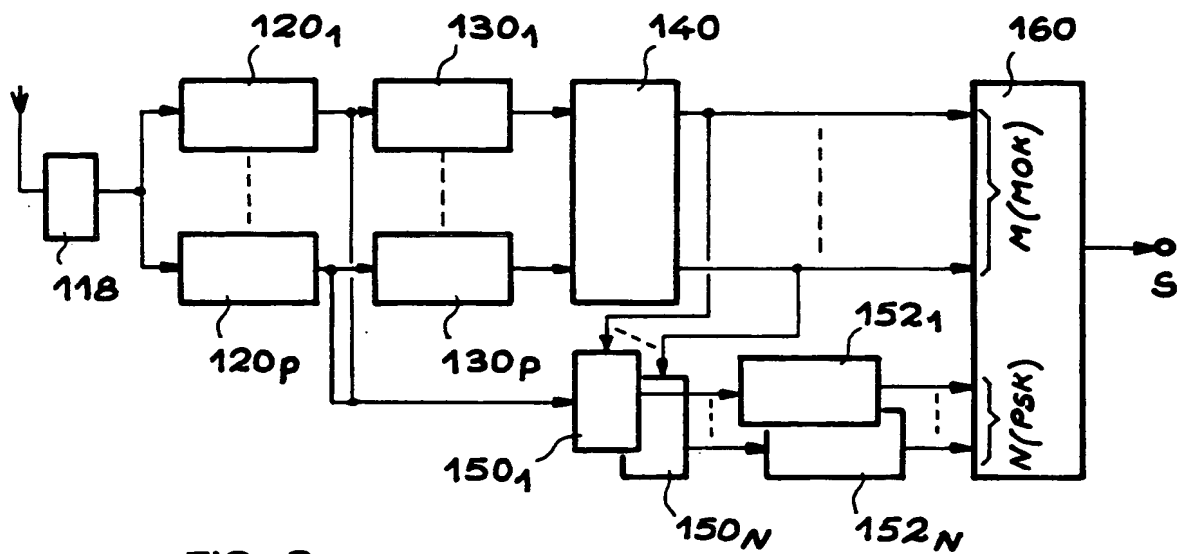


FIG. 6